化學元素對作物病原菌之影響

第一報　Cd、Co、Cu、Zn 及 Mn 等元素對稻熱病菌及稻紋枯病菌發育之影響

徐　水　泉　　杜　自　彊

一、前　　言

關於化學元素之殺菌力試驗，早在1875年經 Bechholdy[1] 氏發表後，卽已引起各國學者之重視。旋於1886年，R. Koch[6] 氏以金屬鹽類作爲殺菌能力之試驗，其結果頗有探討之價值；1898年 Paul und Kronig[9] 氏以金屬鹽類對細菌芽胞之毒害作用進行試驗，結果顯示金屬鹽類係由於其陽離子發生殺菌作用，此種殺菌作用與化學作用甚爲類似。1909年 Madsen und Nyman[7] 氏報告，化學元素之殺菌方式，以單位時間內殺菌速度與死滅菌類計之，則正與各該元素之分子反應速度式相符合，由此更證實了前述 Paul und Kronig[9] 氏的報告。

Chick[4] 氏在1908年報告，$AgNo_3$ 與 $HgCl_2$ 之殺菌作用與單一分子反應相一致，但以後學者研究指出，該殺菌作用因菌之種類及溫度之不同，顯有差異，故而否定了他的說法。

另外有一派學者，如 Eijkman[5] 氏(1909)，Reichenbach[10] 氏(1911) 等均報告化學元素之殺菌作用並不是單純之化學作用而有形成二次曲線 (Binomial curve) 之現象，Trauhe[11] 氏(1926)年報告，認爲殺菌作用是由於鹽類之離子凝集菌體中之蛋白質而致死亡。Mathews[8]氏1904～1905年報告殺菌作用是由離子之電氣勢力而引起。1952年向[13] 氏報告金屬離子對於枇杷癌腫病病原細菌之影響研究等甚爲詳細。惜此等研究爲國外之資料，在本省迄今尚未有此項之研究。因此著者等開始檢討各種化學元素對本省各種病原菌之影響以資參考。

二、材 料 及 方 法

本試驗所採用之材料及方法詳述如下：

I　供試材料：

本試驗所使用之材料可分爲：(１)培養基；(２)培養瓶；(３)病原菌；(４)化學元素等四種。

(１)　培養基：馬鈴薯培養基。

(２)　培養瓶：使用四角之培養瓶，其寬 8 cm，長 12 cm，厚 2 cm，瓶口可用棉栓塞之並施行偏平培養。

(３)　病原菌：

稻熱病菌——係1960年由本所試驗田，臺中65號水稻分離；純粹斜面培養保存者。

稻紋枯病菌——1959年由本所試驗田水稻臺中65號分離而純粹斜面培養保存者。

(４)　化學元素：使用 Cd、Co,、Cu,、Zn,、Mn 等五種元素之硫酸鹽、硝酸鹽、氯化物等三種鹽類，共有十五種化合物；均用化學藥品純粹者，不作再結晶直接使用之。

今爲明瞭起見，將此等化合物詳列如下：

	硫　酸　鹽	硝　酸　鹽	氯　化　物
鎘 (Cd)	$CdSO_4$	$Cd(NO_3)_2\cdot 20H_2O$	$CdCl_2$

鈷 (Co)	$CoSO_4 \cdot 7H_2O$	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	$CoCl_2$
銅 (Cu)	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$
鋅 (Zn)	$ZnSO_4 \cdot 9H_2O$	$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	$ZnCl_2$
錳 (Mn)	$MnSO_4$	$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	$MnCl_2 \cdot 4H_2O$

II 試驗方法：

將上述之化合物加入培養基中，使其濃度成爲 10^{-3}Mol, 10^{-4}Mol, 10^{-5}Mol，以 120°C 之蒸氣殺菌 20 分鐘後平放於桌上，使其凝固，即可得含有化學之元素培養基。培養基製妥後，則以直徑2 mm 之白金耳，移植病原菌於四角瓶之中央，保持 28°C 每日觀察其發育情形。等到對照區（無加化學元素區）菌絲伸滿四角瓶之短邊 (8 cm) 時，開始調查各處理區之菌落發育情形。據觀察結果，對照區菌絲到 8 cm 之日數，稻熱病菌約需12天，紋枯病菌約需 3 天。

藥品對菌類之毒性作用測定之方法甚多，一般慣用者爲阻止圓法。著者等在本試驗初開始時曾採用阻止圓法；但因設計之濃度較低，所形成之阻止圓太小不易測定，故改用本試驗法。茲將本試驗所得之結果報告如下：

三、試 驗 結 果

I 對稻熱病菌之影響：

接種12天則調查菌絲發育情形，其結果如第一表：

第一表　稻熱病菌菌落發育情形（縱線×橫邊單位爲 cm）

Table 1. Growing status of pathogenic colonies of rice blast (Vertical dia×horizontal dia, cm unit)

化學元素 \ 濃度	10^{-3}Mol	10^{-4}Mol	10^{-5}Mol	備考
$CdSO_4$	0	3.0×3.0	8.0×8.0	
$CoSO_4 \cdot 7H_2O$	0.6×0.7(褐變)	8.0×8.0	8.0×8.0	
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	8.0×8.0(褐變)	8.0×8.0	8.0×8.0	
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	2.7×3.5(畸形)	8.0×8.0	8.0×8.0	
$MnSO_4$	8.0×8.5(黑褐色)	8.0×8.5	8.0×8.5	發育速度比 CK 快
$Cd(NO_3)_2 \cdot 20H_2O$	0	2.3×2.5	8.0×8.0	
$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	5.2×5.3	6.1×6.2	6.3×7.5	
$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	5.2×5.5	6.3×6.5	6.3×7.5	
$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	1.5×1.6(畸形)	5.8×6.0	8.0×8.0	
$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	8.0×8.5	8.0×8.5	8.0×8.5	發育速度比 CK 快
$CdCl_2$	0	0	4.5×5.5	10^{-5}Mol 仍有抑制力
$CoCl_2$	1.0×1.0	1.5×2.0	7.0×7.0	
$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	1.5×1.5	6.5×6.5	7.0×7.0	
$ZnCl_2$	1.0×1.5(畸形)	5.0×5.5	6.5×7.0	
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	7.5×8.0(紅褐色)	7.5×8.0(淡褐色)	7.0×8.6	
CK	8.0×8.0			

由上表所知，供試五種元素中以 Cd 對稻熱病菌菌絲發育抑制力最强。即本元素在 10^{-3}Mol 濃度時，無論是硫酸鹽、硝酸鹽、氯化物都能停止菌絲之發育。而在 10^{-4}Mol 時，菌絲雖有發育

，但與對照區相比，則差異仍爲顯著，即硫酸鹽及硝酸鹽處理區其菌絲發育，未達對照區之二分之一，而氯化物處理區完全無菌絲發育，但稀釋至 10^{-5}Mol 之低濃度時，抑制力即減少，發育情形在硫酸鹽區及硝酸鹽區，完全與對照區相同，但在氯化物區仍有抑制力量。

其次 Co 之抑制力據表一列於第二位，其在 10^{-3}Mol 時有顯著之抑制作用，其抑制力與 Cd 之 10^{-3}Mol 時大致相同。Zn 抑制力位於第三，即 Zn 在 10^{-3}Mol 時，菌絲發育，最好尙有 2.7×3.5 cm 之發育，但菌落已呈爲不規則之畸形。Cu 雖爲慣用之殺菌劑之一，但其抑制力比 Cd、Co、Zn 爲差，其中流酸銅完全無抑制作用。Mn 不但無發育抑制力，且有促進發育之傾向，據觀察結果大約比對照區早一天，即可達到 80×80 之伸長情形。同時在 10^{-3}Mol 時可看到白色的菌絲變爲紅褐色至黑褐色之現象，這可能是菌絲之分泌物之氯化作用，使 Mn^{++} 變爲 Mn^{+++} 之結果所致[10]。

最後以各元素之鹽類間相比較時，可得知氯化物之抑制力最强，硝酸鹽次之，硫酸鹽最輕微。本試驗採用之各區菌絲之密度在肉眼觀察結果並無顯著之差異。

Ⅱ　對稻紋枯病菌之影響：

對稻紋枯病菌之試驗材料及方法，除病原菌之不同外，均與稻熱病菌時相同。並在接種後 3 天舉行調查菌落發育情形。玆將所得之結果報告如下：

第二表　稻紋枯病菌菌落發育情形（縱邊×横邊單位 cm）

Table 2. Growing status of Pathogenic Colonies of sheath spot disease (Vertical dia×horizontal dia, cm unit)

化學元素 ＼ 濃度	10^{-3}Mol	10^{-4}Mol	10^{-5}Mol	備考
$CdSO_4$	0	0.6×0.8（菌絲向上伸）	5.0×5.0	菌絲密度由 10^{-3}Mol 疏 10^{-4}Mol 較密 10^{-5}Mol 最密
$CoSO_4 \cdot 7H_2O$	2.1×2.1	7.7×7.7	8.0×8.0	
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	5.5×5.5	6.5×6.5	8.0×8.0	
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	6.3×7.5	7.8×7.8	8.0×8.0	
$MnSO_4$	7.5×7.5	7.5×7.5	8.0×8.0	
$Cd(NO_3)_2 \cdot 20H_2O$	3.4×3.9	5.6×7.5	8.0×8.0	10^{-3}Mol 菌絲生長疏稀 10^{-4}Mol 及 10^{-5} Mol 菌絲發育情形較密
$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	5.6×5.9	8.0×8.0	8.0×8.0	
$Cu(NO_3) \cdot 3H_2O$	5.8×6.5	8.0×8.0	8.0×8.0	
$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	8.0×8.0	8.0×8.0	8.0×8.0	
$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	8.0×8.0	8.0×8.0	8.0×8.5	
$CdCl_2$	0	0	0	10^{-3}Mol 菌絲生長較密 10^{-4}Mol 及 10^{-5} Mol 菌絲發育情形最密
$CoCl_2$	0	8.0×8.0	8.0×8.0	
$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	0	8.0×8.0	8.0×8.0	
$ZnCl_2$	0	8.0×8.0	8.0×8.0	
$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	7.0×7.8	8.0×8.2	8.0×8.5	
CK	8.0×8.0			CK 菌絲密度最密

由上表可知供試各元素對於稻紋枯病菌發育之影響，大致與稻熱病菌相似。在硫酸鹽區中抑制力之大小以 Cd 爲最大，其餘爲 Co>Cu>Zn>Mn 之順序。Zn 之抑制力最小，而 Mn 不但無抑制傾向，且有促進發育之傾向。在 10^{-5}Mol 之低濃度時，發育比對照區良好，發育速度亦稍快。在硝酸鹽方面，菌絲之發育情形，比硫酸鹽區稍爲良好，可知硝酸鹽之毒性較低，但其元素間

之差異關係均與硫酸鹽區相同。至於氯化物之影響較爲特殊，在 10^{-3}Mol 時，除 Mn 區菌絲能發育外，其他各元素區菌絲均不能發育。但在 10^{-4}Mol 及 10^{-5}Mol 時，除 Cd 區菌絲完全無法發育外，其他各元素區均有良好之發育，約與對照區相同。Mn 之促進發育作用在氯化物區內也可見到。

試比較三鹽類間之毒性差異時，概以氯化物毒性最强，硫酸鹽次之，硝酸鹽最爲輕微。與稻熱病菌時所得之結果相比，略有差異。在三種鹽類間菌絲密度之差異，大致相同。但在各種濃度間相比時，每種鹽類均在 10^{-3}Mol 時菌絲疏稀，10^{-4}Mol 較密，10^{-5}Mol 更密。

歸納以上所得結果，各種元素抑制菌絲發育之順位。在稻熱病菌時以 Cd 爲第一，Co 及 Zn 第二，Cu 第三 Mn最後。在稻紋枯病菌時 Cd 仍是第一，Co 第二，Cu 第三，Zn 第四，Mn 仍是最後。

四、討　　論

總而言之無論在何種鹽類，Cd 對稻熱病菌及稻紋枯病菌之菌絲發育抑制作用最顯著；表示該元素之毒性最强，此現象在試驗稻紋枯病菌時表現得最明顯。以肉眼可以看到菌絲在接種原上（附菌絲之 2 mm 小洋菜塊）充分發育，並且向空中伸長，而不能向四週伸展，可證明 Cd 元素之毒性，阻止菌絲之生長，此元素曾由淺田氏[16] 研究，對於稻胡麻葉枯病菌胞子發芽試驗，亦報告有阻止發芽作用之效果，至於本元素對於稻體之藥害及對於抗病性之影響問題，以後有繼續研究之必要。Co 之殺菌力量仍是不小，在 10^{-3}Mol 時其毒性較爲顯著。如對寄主無藥害則本元素被使用爲殺菌藥劑之可能性亦大。Cu 及 Zn 均是曾被使用爲殺菌藥劑之化學元素。例如波爾多液中 $CuSO_4$ 及鋅利佈中之 Zn 等，但其濃度較高，如今稀釋度加大時 Cu 及 Zn 之殺菌力大爲減低。

其次就本試驗所得之結果看來，Mn 處理區之菌絲發育速度比對照區良好，略可看出有促進發育之傾向。這與田杉、森[15,14] 兩氏之結果略有出入。氏等認爲 Mn 10^{-3}Mol 時對於稻熱病病原菌，稍有抑制發育之作用。此點與本試驗略有出入。但據徐、簡[17] 等氏報告，水稻在 50 ppm 以下之 Mn 水耕液栽培者比對照區發病未能減少。如加注高濃度時能够減少稻熱病之發生，但同時可惹起嚴重之藥害。

又三種鹽類中，氯化物之殺菌力最强。向[13] 氏曾以金屬之氯化物、硫酸鹽、臭化物、碘化物等爲材料，試驗對枇杷癌腫病細菌之凝集反應，其結果以氯化物效果最好，硫酸鹽其次，臭化物及碘化物最弱，此結果因與本試驗之材料不同，故不能直接比較，但最低限度可以說因金屬鹽類之陰離子之不同，對微生物有不同之反應，故本試驗之氯化物殺菌力較强之原因，可能是 Cl 離子本身之影響而不是其他如 pH 等之影響。因爲本試驗所採用之培養基之 pH 值均屬於最適宜之範圍即最低在3.4最高在 8.7，硫酸鹽在 3.4～6.5 之間，硝酸鹽在 7.5～8.7 之間，氯化物在 5.0～6.8 之間。據逸見[18]氏(1949)報告稻熱病菌之 pH 寬容度在 4.4～9.7 之間，最適在 5.5～8.7 之間，故大多數在寬容範圍內。又據中田[19] 氏(1960)報告，稻紋枯病菌，發育之 pH 寬容範圍在 3.4～9.5 之間，於 7.6 時最適宜，故對稻紋枯病菌，完全在寬容範圍內，可見菌絲發育之差異，並不是 pH 值所致而是陰離子本身之影響所致。

五、摘　　要

著者等爲明瞭各種化學元素，對植物病原菌發育之影響而舉辦本試驗，並希望本資料能供抗病原理研究之參考；另一方面祈能成爲新殺菌藥劑發現上之基本資料。又本試驗採用 Cd、Co、Cu、Zn、Mn 等五種金屬之硫酸鹽、硝酸鹽、氯化物等三種鹽類共十五種化合物。並以稻熱病菌及稻紋枯病菌爲試驗對象，將其主要結果事項列舉如下：

（1） 本試驗採用之五種元素中以 Cd 對稻熱病菌及稻紋枯病菌之發育抑制力最爲顯著。

（2） Co 及 Zn 兩元素在 10^{-3}Mol 時，亦有抑制稻熱病菌及稻紋枯病菌之發育。

（3） 在本試驗之三種銅鹽類中，除 $CuCl_2$ 有抑制稻熱病菌及稻紋枯病菌之發育外，其他鹽類均無顯著之抑制作用。

（4） 據本試驗之觀察 Mn 稍有促進發育之傾向。

（5） 三種鹽類之中以氯化物之毒性爲最强。

（6） 對稻熱病菌發育抑制力之順位是 Cd>Co>Cu>Zn>Mn 而對稻紋枯病菌却是 Cd>Co>Zn>Cu>Mn 之順位。

参 考 文 献

(1) Bechhold, H.: Desinfektion und Kolloidchemie. Z. Chem. und indus. Kolloide, Bd. 5, S. 22. 1909.

(2) Bechhold, H.: Adsorptivdesinfektion durch metallkombination und disperse galvanische Ketten. Z. Elektrochemie, Bd. 24, S. 147, 1909.

(3) Bechhold, H.: Probe der Bakterienadsorption. Kolloid Zeitschr. Bd. 23, S. 163, 1918.

(4) Chick, H.: An investigation of the laws of desinfection. Journ. Hygiene, vol. 8. P. 92, 1908.

(5) Eijkmann, C.: Üeber die Lebungskurve bei Abtotung durch Hitze. Biochem. Zeitschr. Bd. 11, S. 12, 1908.

(6) Koch, A.: Versuche uber Desinfektion der kiele ober Bigerraum der Schiffen. Arbeit. a. deuctsch. Klinik Gesundheit., Bd. 1 S. 199, 1886.

(7) Madsen, T. und Nymann, M.: Zur Theorie der Desinfektion. Z. Hygiene, Bd. 57, S. 388, 1907.

(8) Matthews, A.: The nature of chemical and electrical stimulation. Amer. Journ. Physiol., vol. 11 p. 455, 1905.

(9) Paul und Kronig: Die chemische Grundiage der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Zeitschr. Hygiene, Bd. 25, S. 1, 1897.

(10) Reichenbach, H.: Die Absterbeobachtung der Bakterien und ihere bedeutung fur Theorie und Praxid der Desinfektion. Zeitschr. Hygiene, Bd. 69, S. 171, 1911.

(11) Traube, J.: Physikochemische Untersuchungen in der Reihe des Hydrokuprin. Zeitschr Imm., Bd. 29, S. 296, 1926.

(12) W. Stile.: Trace element in Plant and animal 1953.

(13) 向 秀夫：枇杷の癌腫病病原菌に及ぼす金屬イオンの影響に關する研究。農業技術研究所報告，C病理昆蟲第一號，1952.

(14) 田杉平司：稻の稻熱病に及ぼす各種元素の影響。農業及園藝，Vol 31, No. 1, 1956.

(15) 田杉平司、森 寛一：微量元素の植物病害抵抗性に及ぼす影響。I 稻の稻熱病及胡麻葉枯病抵抗性に及ぼす影響。栃内、福士兩教授還歷記念論文集 1956.

(16) 淺田泰次：鹽化カドミウムの殺菌作用。農業及園藝。Vol 32, No. 8, 1957.

(17) 徐水泉、簡錦忠：微量元素 (Mn) 對於作物疾病抵抗性之研究。農業研究Vol 10, No. 3, 1961.

(18) 逸見武夫：稻熱病朝倉商店 1949.

(19) 中田覺伍郎：植物病害圖編(改訂第二版養賢堂) 1960.

EFFECT OF CHEMICAL ELEMNTS ON THE GROWTH OF CROP PATHOGENS

1. Effect of Cd、Co、Cu、Zn and Mn on the fungi of rice blast and shesth spot diseases

by

S. C. Hsu & T. C. Dough

SUMMARY

In order to clarify the influence of chemical elements (Cd、Co、Cu、Zn and Mn) upon the growth of *Pirioularia oryzae* Cav. and *Corticium Sasakii* (Shirai) Matsumoto et Yamamoto, this experiment was made. The results will be summarized as follows:

1. It was found that Cd is one of the most toxic elemənt to the growth of both fungi deseribed above.

2. When treated with concentration 10^{-3}Mol., Co and Zn were toxic to the growth of fungi, but no effect was found when treated with less than 10^{-3}Mol.

3. It was found the copper chloride showed significant effect on the growth of fungi but not for other copper compounds under the concentration of this experiment.

4. Mn was found to promote the growth of fungi under condition of the present experiment.

5. Chloride salt was found to be the most toxic to the fungi within three kinds of salt used.

6. The order of inhibition of chemical elements on the growth of *Piricularia oryzae* was found to be Cd>Co>Cu>Zn>Mn, and that of *Cortium Sasakii* was Cd>Co>Zn>Cu>Mn.